

#57 Priority
DKing
12/18/81

11046 U.S. PTO
09/839594
04/23/01

THE KOREA INDUSTRIAL PROPERTY OFFICE

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

Application Number : Patent Application No. 00-21639

Application Date : 24 April 2000

Applicant : Pohang University of Science and
Technology Foundation

16 April 2001

COMMISSIONER

1020000021639

2001/04/16

[Document]	Patent Application
[Right]	Patent
[Receiver]	Commissioner
[Reference No.]	0003
[Filing Date]	2000.04.24
[Classified No.]	H01B
[Title]	Composite body comprising nano magnetic material particles
[Applicant]	
[Name]	Pohang University of Science and Technology Foundation
[Applicant's code]	2-1999-900096-8
[Attorney]	
Name:	Young-pil Lee
Attorney's code:	9-1998-000334-6
General Power of Attorney	
Registration No.:	1999-021418-4
[Attorney]	
Name:	Heung-Soo Choi
Attorney's code:	9-1998-000657-4
General Power of Attorney	
Registration No.:	1999-050350-5
[Attorney]	
Name:	Young-il Park
Attorney's code:	9-1999-000229-7
General Power of Attorney	
Registration No.:	2000-015329-1
[Inventor]	
[Name]	PARK, Chan Un
[Number]	521108-1024619
[Zip Code]	790-390
[Address]	8-60, Kyosu Apt., 756, Jigok-dong, Nam-gu, Pohang-city Kyungsangbuk-do, Rep. of Korea
[Nationality]	Rep. of Korea

[Inventor]

[Name] KANG, Jin Ho
[Number] 740305-1069014
[Zip Code] 135-120
[Address] 2-201, Hyundai Town Bldg., 569-1, Shinsa-dong, Kangnam-gu, Seoul, Rep. of Korea

[Nationality] Rep. of Korea

[Examination Request] Requested

[Application Order] I/We file as above according to Art. 42 of the Patent Application and request examination according to Art. 60 of the Patent Application.

Attorney Young-pil Lee
Attorney Heung-Soo Choi
Attorney Young-il Park

[Fee]

Basic fee:	20 Sheet(s)	29,000 won
Additional fee:	31 Sheet(s)	31,000 won
Priority claiming fee:	0 Case(s)	0 won
Examination fee:	11 Claim(s)	461,000 won
Total fee:	490,000 won	
Reason for fee reduction	Educational organization	
Fee after reduction	245,500 won	

[Enclosures]

1. Abstract and Specification (and Drawings)-1 copy
2. The Certificate of establishment -1 copy

11046 U.S. PTO

09/839594



04/23/01

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 21639 호
Application Number

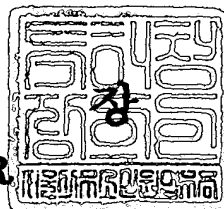
출원년월일 : 2000년 04월 24일
Date of Application

출원인 : 학교법인 포항공과대학교
Applicant(s)

2001 년 04 월 16 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2000.04.24
【국제특허분류】	H01B
【발명의 명칭】	나노 자성체 입자들을 포함하는 복합체
【발명의 영문명칭】	Composite body comprising nano magnetic material particles
【출원인】	
【명칭】	학교법인 포항공과대학교
【출원인코드】	2-1999-900096-8
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-050323-2
【대리인】	
【성명】	최흥수
【대리인코드】	9-1998-000657-4
【포괄위임등록번호】	1999-050350-5
【대리인】	
【성명】	박영일
【대리인코드】	9-1999-000229-7
【포괄위임등록번호】	2000-015329-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박찬언
【성명의 영문표기】	PARK, Chan Un
【주민등록번호】	521108-1024619
【우편번호】	790-390
【주소】	경상북도 포항시 남구 지곡동 756번지 교수아파트 8동 60호
【국적】	KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

강진호

【성명의 영문표기】

KANG, Jin Ho

【주민등록번호】

740305-1069014

【우편번호】

135-120

【주소】

서울특별시 강남구 신사동 569-1번지 현대타운 2동 201호

【국적】

KR

【심사청구】

청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인

이영필 (인) 대리인

최흥수 (인) 대리인

박영일 (인)

【수수료】**【기본출원료】**

20 면 29,000 원

【가산출원료】

0 면 0 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

11 항 461,000 원

【합계】

490,000 원

【감면사유】

학교

【감면후 수수료】

245,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2.기타첨부서류_1통[설립인가서 사본]

【요약서】**【요약】**

나노 자성 물질 입자를 포함하는 복합체를 개시한다. 유전체 기지 내에 어느 한 방향으로 형태상 배열된 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자들을 포함하는 복합체를 제공할 수 있다. 이때, 기지는 실리카(silica), 알루미나(alumina) 또는 수소실세스퀴옥산(hydro silsesquioxane) 등과 같은 무기 물질로 이루어지거나 폴리아미드(polyimide), 에폭시(epoxy), PMMA(poly methyl methacrylate) 또는 메틸실세스퀴옥산(methyl silsesquioxane) 등과 같은 유기 물질로 이루어질 수 있다. 나노 자성체 입자는 γ -Fe₂O₃, CrO₂, EuO, Co 또는 Ni로 이루어질 수 있다.

【대표도】

도 1

【명세서】**【발명의 명칭】**

나노 자성체 입자들을 포함하는 복합체{Composite body comprising nano magnetic material particles}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 제1실시예에 의한 나노 자성체 입자들을 포함하는 복합체를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 2 및 도 3은 본 발명의 제2실시예에 의한 나노 자성 입자들을 포함하는 복합체를 제조하는 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도들이다.

도 4 및 도 5는 본 발명의 실시예들에 의한 효과를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도들이다.

<도면의 주요 부호에 대한 간략한 설명>

100; 기지, 200; 나노 자성체 입자.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<6> 본 발명은 반도체 소자(semiconductor device) 또는 디스플레이 소자(display device)에 채용되는 복합체에 관한 것으로, 특히, 나노 자성체 입자(nano magnetic material particle)들을 포함하여 초저유전율의 전자기적 특성을 가지는 복합체에 관한 것이다.

- <7> 전자기적인 소자, 예를 들어, 반도체 소자 또는 디스플레이(display device) 소자들의 집적도가 증가됨에 따라, 이들 소자에 보다 낮은 유전율을 가지는 유전체를 채용하는 것이 요구되고 있다.
- <8> 보다 상세하게 설명하면, 반도체 소자 또는 디스플레이 소자의 성능을 향상 또는 집적도 향상을 위해서 배선의 선폭이 급속도로 줄어드는 추세이다. 배선의 선폭 감소는 배선 간의 RC 지연을 초래할 가능성을 증가시키고 있어, 이를 해소하기 위해서 절연막으로 이용되는 유전체의 유전율을 낮추는 것이 요구되고 있다. 이러한 RC 지연은 반도체 소자의 연산 처리 속도를 저하시키는 요인으로 작용하여 반도체 소자의 고속 동작을 저해하는 요인으로 인식되고 있다.
- <9> 이러한 절연막을 낮은 유전율의 유전체로 형성하는 방법으로는, 주로 공기(유전율이 대략 1) 구멍들을 많이 함유하도록 해면체 구조의 다공성 유전체를 형성하는 방법이 주로 시도되고 있다. 그러나, 이러한 방법에 의한 다공성 유전체 소재는 낮은 기계적 물성, 높은 표면 에너지에 의한 높은 흡습율 그리고 낮은 전기적 강도가 문제점으로 제기되고 있다.
- <10> 실제, 반도체 소자 제조 공정에서는 대략 4 정도의 유전율을 가지는 실리콘 산화물(SiO_2)가 절연막으로 적용되고 있다. 그러나, 반도체 소자의 집적도가 보다 증가함에 따라, 보다 더 낮은 유전율을 나타낼 수 있는 새로운 초저유전체를 개발하는 것이 요구되고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <11> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 반도체 소자 또는 디스플레이 소자에 채용될 수 있는 초저유전율을 가지는 새로운 복합체를 제공하는 데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

- <12> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 관점은, 유전체 기지, 및 상기 기지 내에 어느 한 방향으로 형태상 배열된 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자들을 포함하는 복합체를 제공할 수 있다.
- <13> 상기 기지는 실리카, 알루미나 또는 수소실세스퀴옥산 등과 같은 무기 물질로 이루어지거나 폴리아미드, 에폭시, PMMA 또는 메틸실세스퀴옥산 등과 같은 유기 물질로 이루어질 수 있다. 상기 나노 자성체 입자는 전이 금속, 전이 금속 산화물, 전이 금속 화합물 또는 전이 금속이 포함된 유기 화합물로 이루어질 수 있다. 상기 나노 자성체 입자는 γ -Fe₂O₃, CrO₂, EuO, Co 또는 Ni로 이루어질 수 있다.
- <14> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 관점은, 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자들이 내부에 분포된 유동성의 유전체 기지를 도입한다. 상기 기지에 일 방향의 외부 자장을 인가하여 상기 나노 자성체 입자들을 일정 방향으로 형태상 배열시키며 상기 기지를 경화시킨다.
- <15> 상기 기지는 실리카, 알루미나 또는 수소실세스퀴옥산 등과 같은 무기 물질로 형성되거나 폴리아미드, 에폭시, PMMA 또는 메틸실세스퀴옥산 등과 같은 유기 물질로 형성될 수 있다. 상기 기지를 경화시키는 단계는 상기 기지를 어닐링하여 디개싱하거나 경화 반응을 유도하는 단계를 포함한다.

- <16> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 관점은, 반도체 기판과, 유전체 기지, 및 상기 기지 내에 어느 한 방향으로 형태상 배열된 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자들을 포함하여 상기 반도체 기판 상에 형성된 절연막을 포함하는 반도체 소자를 제공한다.
- <17> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 다른 관점은, 투명한 유전체 기지, 및 상기 기지 내에 어느 한 방향으로 형태상 배열된 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자들을 포함하는 복합체로 형성된 광학 렌즈를 포함하는 광학 소자를 제공한다.
- <18> 본 발명에 따르면, 외부 전기장에 의한 내부 전기장을 교란시킬 수 있어 초저유전율을 나타내는 복합체를 제공할 수 있다.
- <19> 이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예들로 인해 한정되어지는 것으로 해석되어져서는 안된다. 본 발명의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되어지는 것이다. 따라서, 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해서 과장되어진 것이며, 도면 상에서 동일한 부호로 표시된 요소는 동일한 요소를 의미한다.
- <20> 본 발명의 실시예들은 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자를 기지 내에 일정한 방향으로 형태상 배열한 새로운 복합체를 제시한다. 이러한 복합체는 기지만으로 이루어진 경우에 비해 낮은 유전율을 나타낼 수 있다. 복합체는 내부에 배열된 나노 자성체 입자에 의한 내부 유도 전기장에 의해서 전기장 교란을 일으킬 수 있다. 이러한 전기장 교란 현상은, 복합체 전체의 유전율을, 기지만으로 이루어진 경우의 유전율에 비해 낮아지

도록 유도하는 효과를 발생시킬 수 있다. 보다 상세하게는 도면을 참조하여 기재되는 구체적인 실시예들에 의해서 설명된다.

<21> 도 1은 본 발명의 제1실시예에 의한 나노 자성체 입자들을 포함하는 복합체를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도이다.

<22> 구체적으로, 본 발명의 제1실시예에 의한 복합체는 유전체 기지(100), 및 상기 유전체 기지(100) 내에 분포된 나노 자성체 입자(200)들을 포함하여 이루어진다. 나노 자성체 입자(200)들은 비대칭 형상, 예컨대, 판형, 또는 사면체 형태의 구조적 형태를 가진다. 이러한 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자(200)들은 일정 방향으로 형태상 배열된다. 즉, 일정 방향으로 판형 또는 사면체 형태의 나노 자성체 입자(200)들이 동일한 형태로 반복되게 배열된다.

<23> 유전체 기지(100)는 실리카(silica), 알루미나(alumina) 또는 수소실세스퀴옥산(hydro silsesquioxane) 등과 같은 무기 물질로 이루어지거나 폴리이미드(polyimide), 에폭시(epoxy), PMMA(poly methyl methacrylate) 또는 메틸실세스퀴옥산(methyl silsesquioxane) 등의 한 유기 물질로 이루어진다.

<24> 나노 자성체 입자(200)는 코발트(Co) 또는 니켈(Ni) 등의 전이 금속 물질을 포함하여 이루어지거나, γ 페라이트(γ -Fe₂O₃), 크롬 산화물(CrO₂) 또는 유로피움 산화물(EuO) 등과 같은 전이 금속 산화물 또는 이러한 전이 금속의 화합물 또는 전이 금속이 포함된 유기 화합물로 초상자성(superparamagnetism)을 가지는 물질로 이루어진다. 이러한 나노 자성체 입자(200)는 수십 나노 미터 미만의 크기를 가져, 결정 이방성의 자성 특성을 나타내지는 않으나 상기한 바와 같이 판형 또는 사면체 형태의 형태 이방성에 따른 형태 이방성의 자성 특성을 나타낸다.

- <25> 따라서, 상기한 바와 같이 나노 자성체 입자(200)들이 일정 방향으로 형태상 배열되면, 외부에서 자기장 또는 전기장이 가해질 때 일정 방향으로 자기 특성 또는 전기적 특성을 나타내게 된다. 즉, 상기한 나노 자성체 입자(200)들을 일정 방향으로 배열된 복합체는 이방성의 전자기적 특성을 나타낼 수 있다.
- <26> 이와 같은 본 발명의 제1실시예에 의한 복합체는 다음의 도 2 및 도 3을 참조하여 설명되는 본 발명의 제2실시예에 의한 복합체 제조 방법에 의해서 제조될 수 있다.
- <27> 도 2 및 도 3은 본 발명의 제2실시예에 의한 나노 자성 입자들을 포함하는 복합체를 제조하는 방법을 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도들이다.
- <28> 도 2는 나노 자성체 입자(200)들이 분포된 유동성의 유전체 기지(100)를 도입하는 단계를 개략적으로 나타낸다.
- <29> 구체적으로, 나노 자성체 입자(200)들이 내부에 분포된 유전체 기지(100)를 도입한다. 나노 자성체 입자(200)들을 유동성을 가지는 유전체 기지(100) 내에 분포시킨다. 이때, 유전체 기지(100)는 실리카, 알루미나 또는 수소실세스퀴옥산 등과 같은 무기 물질을 포함하는 유동성 매질로 이루어질 수 있다. 즉, 실리카, 알루미나 또는 수소실세스퀴옥산 등을 포함하는 용액을 일정한 기판(도시되지 않음)에 도포하여 상기한 유전체 기지(100)로 사용할 수 있다. 또는, 상기한 유전체 기지(100)는 폴리이미드, 에폭시, PMMA 또는 메틸실세스퀴옥산 등의 한 유기 물질을 포함하는 유동성 매질로 이루어진다.
- <30> 나노 자성체 입자(200)는 Co, Ni, γ -Fe₂O₃, CrO₂, EuO 등과 같은 전이 금속, 전이 금속 산화물 또는 이러한 전이 금속의 화합물 또는 전이 금속이 포함된 유기 화합물로

이루어진다. 이러한 나노 자성체 입자(200)는 초상자성을 가지는 물질로 수십 나노미터 미만의 크기를 가진다. 또한 이러한 나노 자성체 입자(200)는 판형 또는 사면체 형태의 형상을 가져 형태 이방성의 자성 특성을 나타낼 수 있다.

<31> 상기한 바와 같이 기지(100)가 유동성을 나타내므로, 이러한 나노 자성체 입자(200)는 기지(100) 내에 무방향성으로 자유롭게 분포된다.

<32> 도 3은 기지(100)에 일 방향의 외부 자장(B)을 인가하며 기지(100)를 경화시키는 단계를 개략적으로 나타낸다.

<33> 구체적으로, 나노 자성체 입자(200)들이 분포된 기지(100)에 일 방향의 외부 자장(B)을 인가하며 상기 기지(100)를 경화한다. 상세하게 설명하면, 상기 기지(100)에 대해서 영구 자석 또는 전자석을 쌍으로 설치하여, 어느 일 방향의 자속을 가지도록 외부 자장(B)을 형성한다. 이와 같이 일 방향으로 설정되는 자속의 외부 자장(B) 내에 상기 기지(100)를 도입한다.

<34> 이런 외부 자장(B)에 의해서 나노 자성체 입자(200)는 일정 방향으로 자화된다. 나노 자성체 입자(200)는 초상자성을 가지므로, 외부 자장(B)에 의해서 자화를 일으키게 된다. 나노 자성체 입자(200)는 형상에 따라 이방성의 자화를 나타낸다. 따라서, 외부 자장(B)에 의해서 나노 자성체 입자(200)들에 발생하는 자화의 방향은 나노 자성체 입자(200)의 형태에 따라서 대등해지게 된다. 예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같이 판형의 나노 자성체 입자(200)의 경우 길이 방향으로 자화될 수 있다.

<35> 이와 같이 외부 자장(B)에 의해서 나노 자성체 입자(200)들이 나노 자성체 입자(200)의 형태상의 일정 방향으로 자화되면, 자화되어 자성을 띠게 되는 나노 자성체 입

자(200)들은 계속하여 인가되는 외부 자장(B)과 상호 작용하게 된다. 이러한 상호 작용에 의한 힘에 의해서 자화된 나노 자성체 입자(200)들은 외부 자장(B)의 자속 방향으로 배열되게 된다. 상기한 바와 같이 나노 자성체 입자(200)들의 자화는 형태 이방성을 가지므로, 나노 자성체 입자(200)들이 회전하거나 하여 상기한 외부 자장(B) 방향에 대해서 형태상 배열된다.

<36> 나노 자성체 입자(200)들이 외부 자장(B)에 의해서 형태상 일정한 방향으로 배열되면, 기지(100)를 경화시켜 배열된 나노 자성체 입자(200)들이 이러한 배열 상태를 유지하도록 유도한다. 나노 자성체 입자(200)들은 초상자성을 가지므로, 외부 자장(B)이 제거되면 자화가 소멸되게 되므로, 외부 자장(B)이 인가된 상태에서 기지(100)의 경화가 이루어지는 것이 바람직하다.

<37> 기지(100)는 상술한 바와 같이 실리카, 알루미늄 또는 수소실세스퀴옥산 등의 무기 물질을 포함하는 유동성 매질이므로, 이를 경화하기 위해서는 상기한 기지(100)를 어닐링(annealing)하는 단계를 통해서 기지(100)의 경화를 유도할 수 있다. 이러한 기지(100)의 경화는 SOG(Spin On Glass) 물질의 경화와 마찬가지로 방법, 즉, 디개싱(degasing)을 포함하는 어닐링으로 이루어질 수 있다.

<38> 또한, 상기 기지(100)가 폴리이미드, 에폭시, PMMA 또는 메틸실세스퀴옥산 등의 유기 물질을 포함하는 유동성 매질일 경우, 어닐링을 통해서 폴리이미드, 에폭시의 경화 반응을 유도할 수 있다. 이러한 물질은 열경화성 고분자이므로 상기한 어닐링을 통해서 경화된다. 또한, PMMA는 열가소성 고분자이므로 녹는점 이상 온도를 올려서 자성체 입자(200)들을 배열한 후 당시 냉각시키면 경화가 된다. 상기한 메틸실세스퀴옥산을 포함하는 유동성 매질로 기지(100)가 이루어질 경우, SOG 물질의 경화와 같은 방법으로 경화가

이루어질 수 있다.

- <39> 이와 같은 경화 단계에 의해서 기지(100)가 경화되면, 나노 자성체 입자(200)들은 기지(100) 내에 실질적으로 형태상 일정 방향으로 배열 분포된 상태로 유지된다.
- <40> 상술한 바와 같이 형성되어 기지(100) 내에 나노 자성체 입자(200)들이 형태상 일정 방향으로 배열된 복합체는 다음의 도 4 및 도 5를 참조하여 설명하는 바와 같은 전자기적 효과를 나타낸다.
- <41> 도 4는 본 발명의 실시예에 의한 복합체에 변위 전기장(E)을 인가할 때 내부에 유도 자기장(B')이 발생하는 효과를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도이다.
- <42> 구체적으로, 상술한 바와 같은 본 발명의 실시예에 의한 복합체에 변위 전기장(E)을 인가할 때, 인가되는 변위 전기장(E)에 수직인 방향으로 유도 자기장(B)이 발생하게 된다. 이는 맥스웰(Maxwell)의 제4방정식 $\oint Bdl = (\mu_0 \epsilon_0) \frac{d\Phi_E}{dt} + \mu_0 i$ 에 따라 설명된다. 여기서, B는 자기장, l은 거리, μ_0 은 투자율 상수(permitivity constant) ϵ_0 은 투과율 상수(permeability constant)이고, Φ_E 는 전기장에 대한 선속, t는 시간 및 i는 전류를 의미한다.
- <43> 즉, 복합체 외부에서 일정 방향으로 변위 전기장(E), 예컨대, 수 내지 수천 Hz의 주파수의 변위 전기장(E)이 인가되면, 복합체 내부의 자기장 선속이 변화함에 따라 변위 전기장(E)의 수직 방향으로 유도 자기장(B')이 발생하게 된다.
- <44> 상세하게 설명하면, 나노 자성체 입자(200) 개개는 초상자성체이므로, 변위 전기장(E)에 의해서 상기한 맥스웰 제4방정식에 의해서 변위 전기장(E)의 수직 방향으로 자화될 수 있다. 또한, 나노 자성체 입자(200)들은 어느 일 방향으로 형태상 배열되어 있고,

또한, 나노 자성체 입자(200)들은 자화에 있어 형태 이방성을 나타내므로, 상기한 변위 전기장(E)에 의해서 일정한 한 방향으로, 즉, 실질적으로 모두 같은 방향으로 자화하게 된다. 따라서, 이러한 나노 자성체 입자(200)들의 자화에 의한 유도 자기장(B')은 내부에서 상쇄되지 않고 일정 방향을 나타내게 된다.

<45> 이와 같은 변위 전기장(E)에 의해서 나노 자성체 입자(200)들이 자화됨에 따라, 복합체의 전체 유전율이 저하될 수 있다. 이는 다음의 도 5를 참조하여 상세하게 설명한다.

<46> 도 5는 본 발명의 실시예에 의한 복합체에 변위 전기장(E)을 인가할 때 유도 전기장(E')이 발생하는 효과를 설명하기 위해서 개략적으로 도시한 단면도이다.

<47> 구체적으로, 도 4에서와 같이 변위 전기장 (E)에 의해서 유도 자기장(B')에 대한 선속은 변화하게 된다. 이에 따라, 맥스웰 제3방정식 $\oint E dl = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ (여기서, E는 전기장, l은 거리, t는 시간, Φ_B 는 자기장에 대한 선속을 나타낸다.)에 의해서 나노 자성체 입자(200)들의 주위에서 유도 전기장(E')이 유도된다. 유도 전기장(E')은 유도 자기장(B')의 수직한 방향으로 형성된다.

<48> 이와 같이 형성되는 유도 전기장(E')은 배열된 나노 자성체 입자(200)를 중심으로 둘러싸는 형태로 형성된다. 그러나, 나노 자성체 입자(200)들은 비대칭형 형태를 가지므로, 이러한 유도 전기장(E')은 내부에서 완전히 상쇄되지 않고, 유도 자기장(B')에 수직한 방향 어느 일 방향으로 그 영향력을 외부에 미치게 된다.

<49> 이러한 발생된 유도 전기장(E')은, 외부의 전기장(E)이 실질적으로 복합체 내부에 작용하는 내부 전기장을 교란시키는 역할을 한다. 즉, 이러한 유도 전기장(E')은 내부

전기장을 교란 시키므로 쌍극자 모멘트(dipole moment)가 한 방향으로 정렬되지 않아 복합체가 낮은 유전율(ϵ')을 나타내도록 유도한다. 반면에, 기지(100)만으로 이루어질 경우에는 외부의 자기장 E에 대해서 쌍극자 모멘트가 모두 일 방향으로 배열되므로, 상기한 ϵ' 에 비해 높은 유전율 ϵ' 을 나타내게 된다. 따라서, 복합체는 기지(100)만으로 이루어질 경우에 비해 낮은 유전율 ϵ' 을 나타내는 효과를 나타낼 수 있다.

<50> 상술한 바와 같이 본 발명의 실시예에 의한 복합체는 보다 낮은 유전율을 나타낼 수 있으므로, 반도체 소자의 절연막 또는 디스플레이 소자의 절연 소재로 이용될 수 있다. 예를 들어, 반도체 기판 상에 배선을 형성한 후, 상기 배선을 덮도록 본 발명의 실시예를 따르는 상기한 복합체를 절연막으로 이용할 수 있다.

<51> 이와 같이 반도체 기판(도시되지 않음) 상에 형성된 배선들간을 절연시키는 절연막으로 상기한 복합체를 이용함으로써, 본 발명의 실시예에 의한 복합체의 낮은 유전율에 의해서 배선 간의 선폭 감소에 따른 RC 지연을 효과적으로 억제할 수 있다. 또한, 이러한 복합체는 상술한 바와 같이 배열된 나노 자성체 입자(200)들을 포함하는 기지(100)로 이루어지므로, 종래의 다공성 유전체의 낮은 기계적, 전기적 물성 또는 높은 수분 흡수도 등의 단점을 극복할 수 있다.

<52> 한편, 본 발명의 실시예에 의한 복합체는, 기지(100) 자체가 높은 투명성을 가지는 물질로 형성할 경우, 예컨대, PMMA 또는 수소실세스퀴옥산, 메틸실세스퀴옥산 등과 같은 투명성이 높은 물질로 형성할 경우, 높은 투명도를 나타낼 수 있다. 즉, 나노 자성체 입자(200)들은 나노 크기이므로, 기지(100)의 투명도를 저하시키지 않는다.

<53> 따라서, 이와 같이 기지(100) 자체가 높은 투명도를 가질 경우 본 발명의 복합체는 광학 소자로도 이용될 수 있다. 예를 들어, 이러한 복합체를 광학 렌즈로 이용할 수 있

다.

<54> 일반적으로, 굴절율 $n_{21} = \sin \theta_1 / \sin \theta_2$ 로 주어진다. 이때, θ_1 은 입사 광선의 입사각이며 θ_2 는 굴절 광선의 굴절각이다. 이때, 간단히 진공일 때의 어느 매질의 굴절율 $n = c/v$ (여기서, c 는 진공에서의 광속, v 는 매질 내에서의 광속)로 주어진다. 한편, $n = \epsilon^{1/2}$ (ϵ 는 유전율) 주어진다.

<55> 한편, 본원 발명의 복합체는 인가되는 외부 전기장(E)에 의해서 유전율이 변화될 수 있다. 이는 복합체 내에 배열된 나노 자성체 입자(200)들이 초상자성체인 점에 주로 기인한다. 초상자성체는 인가되는 외부 전기장(E)의 세기 및 주파수에 따라 자화되는 정도가 변화된다. 따라서, 인가되는 외부 전기장(E)의 세기 및 주파수가 변화함에 따라, 본원 발명에 따른 복합체의 유전율을 변화될 수 있음을 알 수 있다.

<56> 따라서, 본원 발명에 따른 복합체로 광학 렌즈를 제조하고, 이러한 광학 렌즈에 전기장을 인가하는 전기장 발생 수단을 포함하는 광학 소자는, 광학 렌즈에 인가하는 전기장을 변화시킴으로써, 광학 렌즈의 굴절율 및 초점 거리 등을 조절할 수 있다.

<57> 또한, 이러한 본원 발명에 따른 복합체는 케르 효과(Kerr effect) 및 패러데이 효과(Faraday effect)를 극대화할 수 있어 자성 광학 소자에 채용될 수 있다. 상세하게 설명하면, 본원 발명의 복합체는 나노 자성체 입자(200)들이 어느 일 방향으로 배열되어 있으므로, 편향된 빛이 이러한 복합체에 입사될 때, 반사광의 진행 축이 회전하게 되는 케르 효과를 얻을 수 있다. 또한, 이러한 편향된 빛이 입사할 때는 투과하는 빛의 진행 축이 회전하는 패러데이 효과를 얻을 수 있다.

<58> 이 경우, 본 발명의 복합체에 인가되는 외부 전기장(E)의 세기 및 주파수를 변화시

키면, 배열된 나노 자성체 입자(200)들의 자화되는 정도를 조절할 수 있으므로, 상기한 케르 효과 및 패러데이 효과가 발생하는 정도를 조절할 수 있다. 따라서, 이러한 효과를 이용하여 본 발명에 따른 복합체를 광자기 저장체 등의 기억 매체 등의 제조에 이용할 수 있다.

<59> 이상, 본 발명을 구체적인 실시예를 통하여 상세히 설명하였으나, 본 발명은 이에 한정되지 않고, 본 발명의 기술적 사상 내에서 당 분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 그 변형이나 개량이 가능함이 명백하다.

【발명의 효과】

<60> 상술한 본 발명에 따르면, 외부 전기장에 인한 내부 전기장의 교란 효과를 구현하여 초저유전율을 나타내는 복합체를 제공할 수 있다. 이러한 복합체를 반도체 소자의 절연막을 이용할 경우, 반도체 소자의 RC 지연을 해소할 수 있어, 반도체 소자의 동작 속도 증가를 구현할 수 있다.

<61> 또한, 이러한 복합체는 외부 전기장의 변화에 의해서 유전율이 변화할 수 있는 부대 효과를 얻을 수 있다. 따라서, 이러한 복합체를 광자기 소자, 예컨대, 광학 렌즈에 적용할 경우, 광학 렌즈에 인가되는 외부 전기장을 제어하여 광학 렌즈의 굴절율 및 초점 심도를 조절할 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

유전체 기지; 및

상기 기지 내에 어느 한 방향으로 형태상 배열된 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자들을 포함하는 것을 특징으로 하는 복합체.

【청구항 2】

제1항에 있어서, 상기 기지는

실리카, 알루미나 및 수소실세스퀴옥산으로 이루어지는 일군에서 선택되는 어느 한 무기 물질로 이루어지거나

폴리이미드, 에폭시, PMMA 및 메틸실세스퀴옥산으로 이루어지는 일군에서 선택되는 어느 한 유기 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 복합체.

【청구항 3】

제1항에 있어서, 상기 나노 자성체 입자는

전이 금속, 전이 금속 산화물, 전이 금속 화합물 또는 전이 금속이 포함된 유기 화합물인 것을 특징으로 하는 복합체.

【청구항 4】

제1항에 있어서, 상기 나노 자성체 입자는

γ -Fe₂O₃, CrO₂, EuO, Co 및 Ni로 이루어지는 일군에서 선택되는 어느 하나인 것을 특징으로 하는 복합체.

【청구항 5】

비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자들이 내부에 분포된 유동성의 유전체 기지를 도입하는 단계; 및

상기 기지에 일 방향의 외부 자장을 인가하여 상기 나노 자성체 입자들을 일정 방향으로 형태상 배열시키며 상기 기지를 경화시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합체 제조 방법.

【청구항 6】

제5항에 있어서, 상기 기지는

실리카, 알루미나 및 수소실세스퀴옥산으로 이루어지는 일군에서 선택되는 어느 한 무기 물질로 형성되거나

폴리이미드, 에폭시, PMMA 및 메틸실세스퀴옥산으로 이루어지는 일군에서 선택되는 어느 한 유기 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 복합체 제조 방법.

【청구항 7】

제6항에 있어서, 상기 기지를 경화시키는 단계는

상기 기지를 어닐링하여 디개싱하거나 경화 반응을 유도하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 복합체 제조 방법.

【청구항 8】

제5항에 있어서, 상기 나노 자성체 입자는

전이 금속, 전이 금속 산화물, 전이 금속 화합물 또는 전이 금속이 포함된 유기 화합물로 형성되는 것을 특징으로 하는 복합체 제조 방법.

【청구항 9】

제5항에 있어서, 상기 나노 자성체 입자는

γ -Fe₂O₃, CrO₂, EuO, Co 및 Ni로 이루어지는 일군에서 선택되는 어느 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 복합체 제조 방법.

【청구항 10】

반도체 기판; 및

유전체 기지, 및 상기 기지 내에 어느 한 방향으로 형태상 배열된 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자들을 포함하여 상기 반도체 기판 상에 형성된 절연막을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 소자.

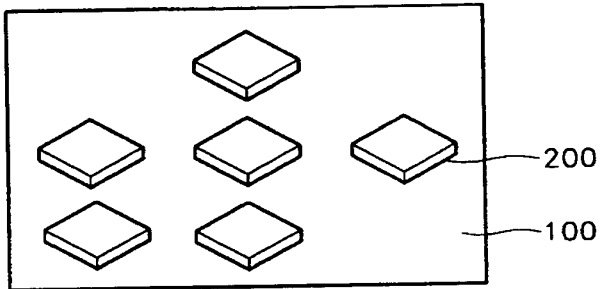
【청구항 11】

투명한 유전체 기지, 및

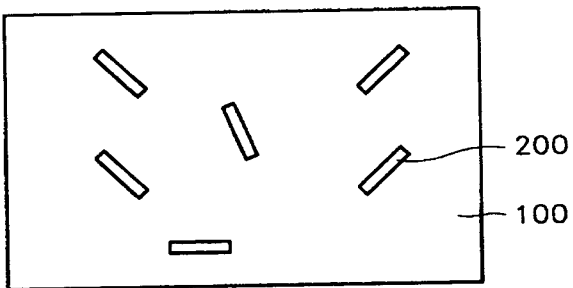
상기 기지 내에 어느 한 방향으로 형태상 배열된 비대칭 형상을 가지는 나노 자성체 입자들을 포함하는 복합체로 형성된 광학 렌즈를 포함하는 것을 특징으로 하는 광학 소자.

【도면】

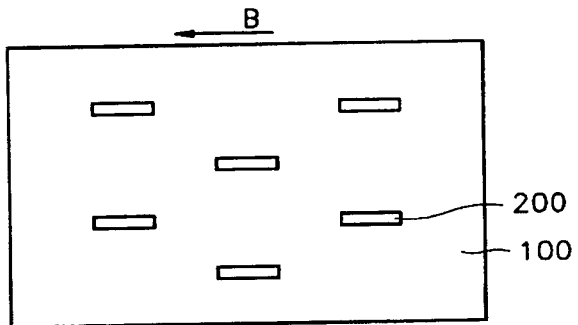
【도 1】



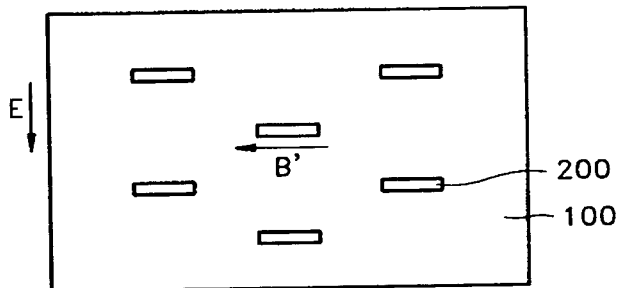
【도 2】



【도 3】



【도 4】



【도 5】

